Rev. Protección Veg. Vol. 18 No. 2 (2003): 119-123

LOS NEMATODOS DE LAS AGALLAS Y LA PRODUCCIÓN DE COMPOST PARA LA AGRICULTURA ORGÁNICA

R. Cuadra, Xiomara Cruz, Elizabeth Peña, Mª. de los Ángeles Zayas, J. Ortega y A. Navarro

División de Protección de Plantas, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT), Calle 2 Esq. 1, Santiago de Las Vegas. Ciudad de La Habana, Cuba. Telef. (53-7) 57 9010 y 57 93 08. Fax (53-7) 57 90 14. Correo electrónico: rcuadra@inifat.esihabana.cu

RESUMEN: **La producción y utilización de compost constituyen un elemento básico en el desarrollo, la estabilidad e incremento de los rendimientos y volúmenes de la cosecha en la Agricultura Orgánica. El compost, al igual que otros tipos de sustratos orgánicos, puede constituir una vía de transmisión y contaminación de plagas y enfermedades a los cultivos, en especial los nematodos agalleros, si no se toman las medidas establecidas a tal efecto. Por tal motivo es de vital importancia que el compost utilizado en organopónicos, huertos intensivos, parcelas y patios esté libre de esta plaga, que es muy temida por los productores. En la producción de compost se utilizan diferentes productos y subproductos de la agricultura, entre ellos los restos de cosechas, incluyendo plantas completas con su sistema radical, así como capa de suelo vegetal y estiércoles, muchos de los cuales, por lo general, están contaminados por nematodos de las agallas. El estudio consistió en evaluar, si durante el proceso de compostaje, es erradicada la población de nematodos de las agallas cuando en las pilas de compost se utilizan residuos de cosecha y capa vegetal, contaminadas con esta plaga. Se determinó que las poblaciones de nematodos de las agallas en raíces de plantas, suelo y estiércol utilizados en la preparación del compost, desaparecen durante el proceso de descomposición de la materia orgánica, cuando se cumple con la metodología y etapas del proceso de compostaje.**

(Palabras clave: nematodos de las agallas; compost; agricultura orgánica; ***Meloidogyne incognita****;* ***Rotylenchulus reniformis****;* ***Helicotylenchus*** *spp.;* ***Aphelenchus avenea****;* ***Dorilaimus*** *spp.;* ***Rhabditis*** *spp.)*

ROOT-KNOT NEMATODES AND THEIR RELATIONSHIP WITH COMPOST PRODUCTION FOR ORGANIC AGRICULTURE

ABSTRACT: **Compost production and use are an essential component in the development, stability and increase of harvest yields and volumes in Organic Agriculture. Compost, as well as other kinds of mineral and organic substrates, are a way of transmission and contamination of pests and diseases to cultures, specially root-knot nematodes, if the measures established in this case are not applied. That is why, it is very important that the compost, used in organoponics, intensive orchards, parcels and yards should be free of this pest which frightens producers. Several agriculture products and subproducts such as: harvest residues, including complete plants with their root system, organic soil layers and manures are used in compost production. Many of them are contaminated by root-knot nematodes. This work consisted in evaluating if root-knot nematode population is eradicated during compost application process; when in this compost, harvest residues and organic soil layers contaminated with this pest, are used. It was determined that root-knot nematode populations in plant roots, soils and manures, used in compost production process, desappear during organic matter decomposition, when compost process methodology and stages are well applied.**

(Key words: root-knot nematodes; compost; organic agricuture; ***Meloidogyne incognita****;* ***Rotylenchulus reniformis****;* ***Helicotylenchus*** *spp.;* ***Aphelenchus avenea****;* ***Dorilaimus*** *spp.;* ***Rhabditis*** *spp.)*

INTRODUCCIÓN

La materia orgánica incorporada en forma adecuada al suelo, representa una estrategia básica para mantener su fertilidad y darle vida, ya que sirve de alimento a todos los organismos que viven en el sustrato, y beneficia el crecimiento y desarrollo de las plantas. Por esta razón la materia orgánica se ha convertido en el centro de atención cuando se va a realizar un manejo ecológico del cultivo (12).

Una de las formas más comunes de suministrar materia orgánica al suelo, o sustrato, es a través de la producción de compost mediante el curado de estiércoles, residuos de cosecha, de la industria agropecuaria, urbanos, entre otras (2).

Si no se toman las medidas adecuadas y se cumple la tecnología de producción (11), los elementos que se utilizan para la producción de compost pueden estar contaminados con patógenos y otras plagas de las plantas cultivadas y ser una vía de transmisión y establecimiento de altas poblaciones de los mismos en el lugar donde son utilizados.

Entre las plagas más importantes que se trasmiten de un suelo o sustrato a otro, se encuentran los nematodos fitopatógenos, en particular los formadores de agallas en las raíces (*Meloidogyne* spp.), que causan serios daños en los cultivos que se siembran en la Agricultura Urbana (8).

El objetivo de este trabajo fue determinar, si durante el proceso de compostaje, es erradicada la población de nematodos de las agallas cuando en las pilas de compost se utilizan residuos de cosecha y capa vegetal, contaminados con esta plaga.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el centro de producción de materia orgánica del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT) en pilas o burros de 10 x 1 x 1 m conformados con residuos de cosecha de tomate y garbanzo, hojas secas y residuos de chapea de césped, estiércol vacuno, gallinaza y suelo Ferralítico rojo en capas sucesivas (Tabla 1).

Las plantas de tomate y garbanzo fueron utilizadas completas, e incluso, su sistema radical que presentaba un fuerte ataque de nematodos de las agallas (*Meloidogyne incognita* [C. y W.] Chitwood) Raza 2, con Grado 3 y 4 de infestación, de acuerdo a una escala de seis grados (0-5) (13).

TABLA 1. Materiales utilizados en la conformación de las pilas de compost./ *Materials used in the conformation of compost*

Material utilizado	Espesor de la capa
Plantas enteras de tomate	20 cm
Estiércol vacuno	10 cm
Suelo Ferralítico Rojo	3 mm
Plantas enteras de garbanzo	20 cm
Estiércol vacuno	20 cm
Suelo Ferralítico Rojo	3 mm
Plantas enteras de tomate	20 cm
Gallinaza	10 cm
Suelo Ferralítico Rojo	3 mm
Hojarasca seca y verde	20 cm
Gallinaza	10 cm
Suelo Ferralítico Rojo	3 mm

El proceso de composteo se realizó de acuerdo a la tecnología de la elaboración de compost descrita en el manual técnico de organopónicos y huertos intensivos (11).

Para comprobar el efecto del proceso de curado de la materia orgánica mediante el composteo, sobre los nematodos de las agallas, además de la inclusión de raíces de tomate y garbanzo infestadas y/o suelo contaminado con el nematodo, se colocaron, al momento de preparar las pilas, bolsitas confeccionadas con tela de malla de polietileno, con poros de 1.5 mm de diámetro, dentro de las cuales se depositaron raíces de apio (*Apium graveolens* L.) y perejil [*Petroselium crispum* (Mill) Nym.] con grado 4 y suelo Ferralítico Rojo con grado 3 de infestación de *Meloidogyne incognita* Raza 2, a 30, 50, 70 y 100 cm de profundidad y 20 y 50 cm del borde de la pila en el momento de su conformación. Cada una de ellas se replicó tres veces.

A los 45 y 90 días posteriores a su colocación dentro de la pila de compost, fueron extraídas las bolsitas confeccionadas de malla de polietileno, con las raíces y suelo. Se evaluó el estado de descomposición de las raíces,se comprobó la presencia o ausencia de nematodos parásitos y saprobióticos en los residuos de los mismos por medio del método de Embudo Baerman y bioensayo con pepino (*Cucumis sativus* L.), como planta indicadora.

Una vez concluido el proceso de composteo, a los 90 días de conformadas las pilas, se tomaron muestras de 100g de compost a 20, 50 y 70cm de profundi-

dades y se determinó la población de nematodos por los métodos citados anteriormente.

Por otro lado, para confirmar o comprobar el efecto negativo de un proceso no adecuado de curado del compost, sobre los nematodos de las agallas, se utilizó como testigo una pila de residuos de cosecha y sustrato, infestados con *M. incognita,* en el organopónico INRE I de Ciudad de la Habana. La misma se conformó colocando capas sucesivas de estos elementos durante varios meses, según eran extraídas del organopónico, sin cumplir la tecnología y pasos establecidos para la producción de compost.

A los 6 meses de iniciada la colocación de los residuos de cosechas, en la pila del INRE I y al mes de la última aplicación de los mismos, se tomaron muestras a 20, 50, 100 y 150 cm de profundidad; fueron procesadas y evaluadas por los métodos de Embudo Baerman y bioensayo para determinar la presencia de nematodos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las plantas de tomate, garbanzo y hojas secas que conformaron las pilas de compost y las raíces de apio y perejil infestados con *Meloidogyne incognita* Raza 2, colocados dentro de las pilas de compost a distintas profundidades, en una bolsita de malla de polietileno, estaban al momento de su extracción, completamente descompuestas (en forma de polvo). Por otro lado, el suelo que contenían algunas, se encontraba mezclado con la materia orgánica descompuesta, debido a la acción de los microorganismos. Esto coincide con los resultados obtenidos por Peña *et al.* (14) quienes señalan que, una vez concluido el proceso de compostaje, los residuos orgánicos se convierten en humus en un periodo de uno a cuatro meses, en dependencia de la relación C/N, las condiciones climáticas y la adición de microorganismos que aceleren el proceso.

El comportamiento de la población de diferentes especies de nematodos en el suelo y raíces de tomate y garbanzo colocados en la pila de compost, se muestra en la Tabla 2. Como se puede observar, todas las especies de nematodos parásitos presentes en las raíces y suelo antes del proceso de compostaje: *M. incognita*, *Rotylenchulus reniformis* y *Helicotylenchus* spp. no fueron detectados en el compost (materia orgánica meteorizada) al finalizar el proceso de curado del mismo. Solo se localizaron algunas especies de nematodos saprofíticos, los cuales juegan un importante papel en el proceso de descomposición de la materia orgánica (10). En la propia Tabla 2, se observa que en el caso de *M. incognita* que presentó grado 4 en raíces y 3 en suelo, en los bioensayos con plantas indicadoras, fue llevado a grado cero durante el curado del compost.

De igual forma, las raíces de apio y perejil infestadas con *M. incognita* Raza 2 (grado 4) y colocadas dentro de bolsitas confeccionadas con malla de polietileno y situadas a distintas profundidades en la pila de compost (Tabla 3), se encontraban completamente descompuestas (meteorizadas) y presentaban grado cero de infestación del nematodo a los 45 y 90 días de su colocación dentro de la pila.

TABLA 2. Número de nematodos en 100g de suelo y raíces, antes (inicial) y después (final) del composteo en el primer ensayo./ *Number of nematodes in 100 g of soil and roots, before (initial) and after (final) the compost process in the first assay*

Especies de nematodos	Inicial		Final (Compost)	
	Raíces	Suelo	Raíces	Suelo
Evaluación en embudo Baerman				
Meloidogyne incognita (J2)	1260	340	0	0
Meloidogyne incógnita (Machos)	200	100	0	0
Rotylenchulus reniformis	100	350	0	0
Helicotylenchus spp	170	210	0	0
Aphelenchus avenea	-	140	0	0
Dorilaimus spp	-	50	0	91
Rhabditis spp	-	120	520	340
Otros saprobióticos	-	300	640	580
Bioensayos con planta indicadora (Grado 0-5)				
Meloidogyne incógnita	4	3	0	0

TABLA 3. Grado de infestación, evaluado por bioensayos, de las raíces colocadas en las bolsitas de malla de polietileno antes de ser situadas a distintas profundidades y del compost producido a los 45 y 90 días./ *Infestation degree, evaluated by bio-assays of the roots in the polyethylene net bags before being situated at different depth and of the different compost produced at 45 and 90 days*

Profundidad (cm)	Inicial (Grado 0-5)	45 días (Grado 0-5)	90 días (Grado 0-5)
30	4	0	0
50	4	0	0
70	4	0	0
90	4	0	0

Esto se debe a que durante el proceso de compostaje se alcanzan temperaturas superiores a los 60 grados Celsius durante varios días (1), que es letal para los nematodos parásitos de las plantas (3,6,9), mientras que algunas especies de nematodos saprofititos pueden soportar altas temperaturas en determinadas fases de su desarrollo (10), lo que permite la recuperación de sus poblaciones al normalizarse la misma, después de concluir el periodo térmico del compost.

Los resultados obtenidos por Choleva y Dineva (4), con el uso de vapor de agua y de Cuadra (5), mediante la energía solar (Solarización) para el control de nematodos, demuestran que los nematodos de las agallas no resisten temperaturas superiores a 55ºC.

En los bioensayos con plantas indicadoras, realizados a muestras de residuos de cosecha y sustrato, tomadas a distintas profundidades, en las pilas conformadas en el organopónico INRE I de Ciudad de la Habana, se observó grado 1 de infestación hasta los 50 cm de profundidad y grado cero a 100 y 150 cm. Por tal motivo, solo es llevado a grado cero en las capas de residuos y sustrato con mayor tiempo en proceso, ya que fueron los primeros, con más de seis meses, de ser depositadas.

Tales resultados demuestran que cuando no se siguen las técnicas y pasos establecidos para el proceso del composteo, se corre el riesgo de que el mismo mantenga poblaciones de nematodos que pueden ser un foco de contaminación en el lugar donde el mismo sea aplicado, ya que los nematodos de las agallas pueden permanecer con viabilidad durante varios meses en el suelo y, en especial, dentro de las raíces de las plantas hospederas al concluir la cosecha (7).

Tomando como base estos resultados se puede concluir que mediante un adecuado proceso de composteo de residuos vegetales y suelo infestado con nematodos fitoparásitos, y en especial del género *Meloidogyne,* se logra eliminar su presencia en el compost, siempre que el curado de la misma se realice en pilas bien confeccionadas con los pasos y procesos establecidos por las normas orientadas; no obstante, es requisito indispensable, e inviolable, el análisis del compost por bioensayo con planta indicadora después de concluido su curado y antes de ser aplicado.

REFERENCIAS

1. Alonso, Rosa María; Companioni, N.; Carrión, Miriam y Peña, Elizabeth (1996): La materia orgánica y la producción de abonos orgánicos. En: *Seminario Taller Regional. La Agricultura Urbana y el desarrollo rural sostenible*. La Habana. pp. 49-57.

2. Anónimo (1999): *Los centros de Materia orgánica en la Agricultura Urbana*. INIFAT, ACP, Agro-Acción Alemana, La Habana, 13 pp.

3. Casamayor, R.; Seidel, D. y Decker, H. (1996): Tratamiento con agua caliente contra nematodos parásitos en plátano. *Bol. Centro Inv. Agropecuaria.* Las Villas. 1: 1-6.

4. Cholava, B. y Dineva, M.(1979): Control de nematodos de los nódulos *(Meloidogyne* spp) en invernadero (en ruso). *Simposio sobre nematodos de los nódulos y medio de lucha*. Duchambe. pp.82-85.

5. Cuadra, R.; Aguilera, C.; Pérez, J.A. (1989): Efecto de la solarización del suelo sobre *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood en suelo oscuro Plástico Gleyzado. En *Jornada Científica II Aniversario Est. Territorial Inv. Agrop.* Holguín, Cuba. p.137.

6. Cuadra, R.; Aguilera, C. y Pérez, J.A. (1999): Efectos de la solarización sobre nematodos en la desinfección de suelos en viveros de cafeto. *Rev. Protección Veg*. 14(1): 23-26.

7. Cuadra, R.; Cruz, Xiomara y Fajardo, F. (2000): Los cultivos de ciclo corto como plantas trampa de los nematodos de las agallas. *Nematropica*. 30: 241-246.

8. Cuadra R., Cruz Xiomara, Zayas Ma. de los Angeles y González Nancy (2002): Incidencia de plagas en poli cultivos de organopónicos. I. Nematodos fitoparasitos. *Rev. Prot. Veg.*17(1): 54-58.

9. Fowler, V. (1975): Empleo de agua caliente en la desinfección de semilla de arroz con el nematodo *Aphelenchoides besseyi* Cristie, y la distribución de dicho nematodo en algunas zonas arroceras. En *I Forum Nacional de Fitonemtología*. La Habana, pp. 1-23.

10. Goodey, T. y Goodey, J.B. (1963): Soil and fresh water nematodes. Methuen and Co. LTD., London. 544 pp.

11. Grupo Nacional de Agricultura Urbana (2000): *Manual Técnico de Organopónicos y Huertos intensivos.* Ministerio de la Agricultura - INIFAT, La Habana, 143 pp.

12. Grupo Nacional de Agricultura Urbana (2002): *Lineamientos para los subprogramas de la Agricultura Urbana para el año 2002 y Sistema Evaluativo*. Ministerio de la Agricultura, La Habana, 96pp.

13. Kinloch, R.A. (1990): Screening for resistance to root-knot nematodes. En: *Methods for evaluating plant species for resistance to plant parasitic nematodes (Starr J.L. Edit.)*. The Society of Nematologists, Hyatsville, Maryland, pp 16-23.

14. Peña, Elizabeth; Companioni, N.; Rodríguez, A. y Carrión, Miriam (1999): Abonos Orgánicos: Su producción y manejo. En: *Organopónicos y la producción de alimentos en la Agricultura Urbana. Seminario Taller.* La Habana. pp 16-25.

(Recibido 25-4-2002; Aceptado 106-2002)